

А.И. ГАПОН, канд. тех. наук, НТУ “ХПИ” (г. Харьков),
Э.С. ИСМАИЛОВА, ст. гр. АП-52, НТУ “ХПИ” (г. Харьков).

ПРИБОР ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ В БИОТКАНЯХ

Запропоновано нове рішення побудови металодетектора на основі частотомірювального методу, що відрізняється високою чутливістю та простотою конструкції давача. Розроблена структурна схема пристрою, приведено алгоритми.

The new decision of construction of metal detector on the basis of frequency meter a method distinguished by high sensitivity and simplicity of a design of the gauge is offered. The block diagram of the device is developed, algorithms of work are resulted.

Прободные ранения глаз относятся к тяжелой травме. Вследствие тяжести клинических проявлений они являются одной из основных причин инвалидности по зрению. Проникающие ранения, осложненные внутриглазным инородным телом, занимают значительное место в структуре глазного травматизма. Актуальной остается проблема удаления осколков из полости глаза. Одной из основных причин неудачного или несвоевременного извлечения инородного тела является некачественная диагностика из-за несовершенства диагностической техники, наличия рентгенонегативных и мелких осколков, не улавливаемых ультразвуком. Известно, что обнаружение магнитных свойств инородного тела во многих случаях облегчает хирургическое вмешательство.

Метод обнаружения инородных объектов металлодетекцией в медицине распространен мало, несмотря на простоту процедуры диагностики и отсутствие вредного влияния на организм. Однако он имеет большие перспективы, и уже хорошо зарекомендовал себя в промышленности и технике. Узкая сфера применения ограничивает распространение металлодетекторов в медицинской диагностике, но иногда их применение в медицине становится достаточно обоснованным.

В настоящее время существует множество разнообразных типов устройств металлодетекции. Это и металлодетекторы по принципу “передача-приём”, и металлоискатели на биениях, и однокатушечные металлодетекторы индукционного типа, импульсные металлодетекторы, а также магнитометры и радиолокаторы. При построении большинства приборов за основу приняты индукционные свойства объектов, подлежащих обнаружению. Однако большинство из них не может удовлетворить решение поставленной задачи применительно к офтальмологии, так как вышеперечисленные устройства, обладают недостаточной чувствительностью. **Кроме того, зачастую конструк-**

ции металлоискателей громоздки, что нежелательно в медицинской диагностике.

В [1] проведен анализ существующих методов металлодетекции. Выбраны основные преимущества и недостатки существующих методов металлодетекции применительно к поставленной задаче. Более подробное рассмотрение методов металлодетекции сделано в [2], [3], [4]. В [5] и [6] рассмотрены проблемы, связанные с обработкой результатов измерения, выбран метод регистрации отклонения частоты. С помощью [7], [8] осуществляется выбор и расчет однокатушечного датчика металлодетектора.

Целью статьи является разработка устройства металлодетекции для медицинской диагностики, обладающего высокой чувствительностью и небольшими габаритными размерами.

Принцип действия устройства следующий: циклическое измерение частоты поискового генератора и вычисление ее приращения. В зависимости от типа мишени (ферромагнетик или неферромагнетик), от ее размера и удаления от катушки это приращение меняет свою величину и свой знак. На основе анализа этой информации в микроконтроллере производится распознавание и индикация. Устройство может работать как в статическом, так и в динамическом режиме. На рис.1 приведена структурная схема устройства.

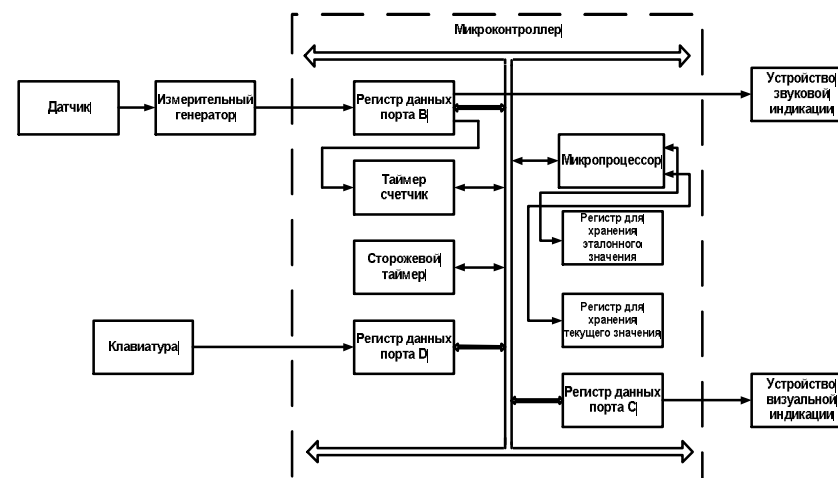


Рис. 1. Структурная схема металлодетектора по принципу частотомера

Сначала оценивается частота измерительного генератора, когда датчик находится вдали от объектов поиска. Это значение заносится в запоминающий регистр (один из регистров общего назначения микроконтроллера). Затем, в процессе поиска, микроконтроллер непрерывно измеряет текущую частоту измерительного генератора. Из полученных значений вычитается значе-

ние эталонной частоты, и результат подается на устройство индикации. Очевидно, что в такой конструкции эффект паразитной взаимной синхронизации генераторов будет выражен слабо, так как частота измерительного генератора на несколько порядков ниже частоты опорного генератора. С помощью измерения частоты можно измерить не только величину ухода частоты измерительного генератора, но и ее знак. Однако непосредственная реализация этой идеи, не позволяет получить реальную чувствительность, достаточную для обнаружения малых частиц (эквивалентным радиусом 0,3 мм). Это связано с тем, что невозможно напрямую в реальном масштабе времени регистрировать очень малые уходы частоты (единицы герц). Чтобы измерить столь малый уход, время измерения должно быть достаточно большим – десятки секунд. Для реально действующего металлоискателя время обработки сигнала не должно превышать 20 – 40мс. Решение проблемы заключается в следующем: сначала измеряется период колебаний вдали от мишеней. Это значение берется в качестве эталонного. Затем в цикле производится измерение периода, вычисление частоты и вычитание эталонного значения из вновь полученного. Результат подается на индикацию.

Алгоритм работы устройства приведен на рис. 2.

Его особенность заключается в том, что программа подстраивается под частоту сигнала, выходящего из измерительного генератора. Сразу после включения питания микроконтроллер измеряет частоту входящего сигнала. В зависимости от выбранного режима производится обработка сигнала. Для статического режима производится анализ отклонения частоты, и результаты выдаются на индикатор. В динамическом режиме перед анализом результатов производится фильтрация сигнала.

При необходимости в устройстве предусмотрен сброс и запись нового эталонного значения, а также выбор режима поиска объекта. При сбросе эталонного значения работа устройства для обнаружения металлических объектов начинается заново, а при смене режима поиска заново оценивается вновь полученный результат. Оптимальные датчики для устройства – однокатушечные индуктивные.

На основании анализа существующих методов металлодетекции выбрана методика построения металлоискателей по частотоизмерительному принципу, так как он позволяет строить приборы с большей чувствительностью и отличается простотой конструкции датчика. Основной характеристикой устройства, отличной от уже имеющихся металлоискателей, является его высокая чувствительность (устройство позволяет обнаруживать металлические объекты размером около 0,3 мм на расстоянии 20 см).

Большая вариативность построения измерительной части металлодетектора и применение микропроцессора позволяют создавать недорогие приборы с заданной чувствительностью для конкретного класса задач.

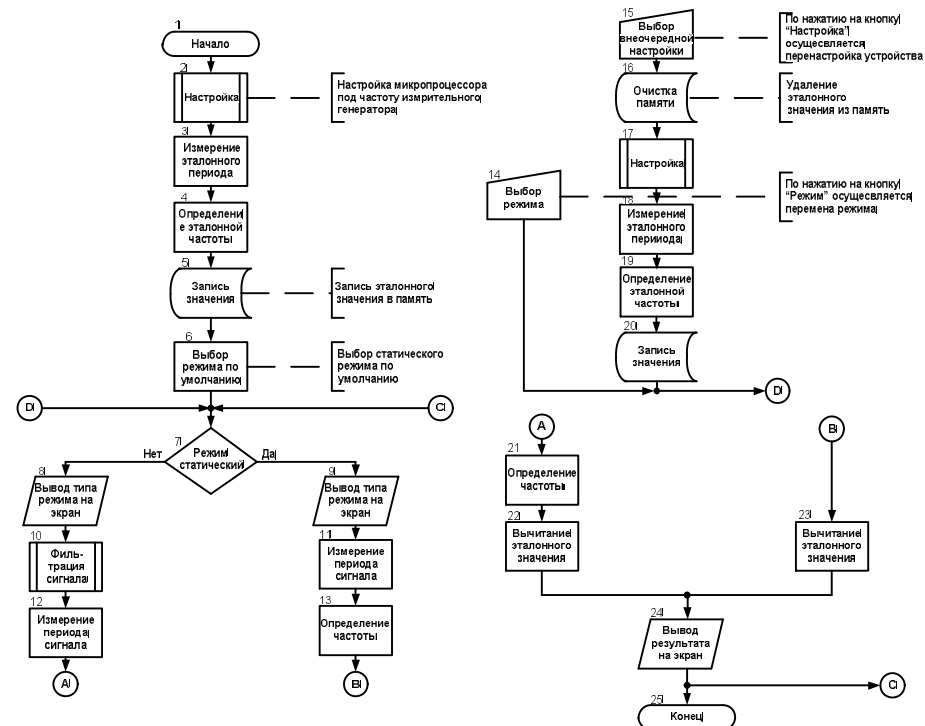


Рис. 2. Алгоритм работы металлодетектора по принципу частотомера

Дальнейшие исследования в этом направлении могут повысить эффективность предоперационного обследования и, возможно, найти и другие области применения, отличные от медицинской диагностики, где необходимо сочетание высокой чувствительности с измерением на небольших площадях поверхностей.

Список литературы: 1. Щедрин А.И., Осипов И.Н., Металлоискатели для поиска кладов и реликвий. – "Горячая линия - Телеком". – М.: "Радио и связь", 2000. 2. Щедрин А., Колоколов Ю. Схемотехника многочастотного металлоискателя // РАДИОХОББИ, 2005. – №2. 3. Щедрин А., Колоколов Ю. Двухчастотный селективный металлоискатель КОЩЕЙ-18 // РАДИОХОББИ, 2005. – №5,6. 4. Щедрин А., Колоколов Ю. Микропроцессорный импульсный металлоискатель // РАДИОХОББИ, 2003. – №6. 5. Chchedrine A., Kolokolov Y., Frequency Meter Metal Detector // Circuit Cellar Magazine, №130, May 2001. 6. Velchev V., Sensor Interface for Metal Detection // Microchip Technology Inc. DS40160A/3_007, 1997. 7. Немцов М.В., Шамаев Ю.М. Справочник по расчету параметров катушек индуктивности. – М.: Энергоиздат, 1981. 8. Калантаров П.М., Цейтлин Л.А. Расчет индуктивностей. Справочная книга. – Л.: Энергоатомиздат Ленингр. отд-ние, 1986.

Поступила в редколлегию 10.09.2007